豇豆抗萎凋病砧木篩選

朱雅玲[1*] 侯秉賦[1]

[1] 行政院農業委員會高雄區農業改良場旗南分場助理研究員。台灣高雄市。

[*] 通訊作者，電子郵件：yaling@mail.kdais.gov.tw

摘要

豇豆 (*Vigna unguiculata* L.) 是臺灣重要之豆菜類蔬菜，近年因萎凋病 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*) 嚴重危害主要栽培品種‘三尺青皮’，本試驗利用嫁接抗病根砧探討嫁接之防治效果。試驗由 107 個豇豆種原篩選獲得 13 個極抗的種原，並以‘三尺青皮’嫁接於這 13 個抗病種原上，得到 YR06、YR10 及 YR11 等 3 個嫁接親和性、抗病性、植株生育狀況及產量較優的嫁接組合。試驗結果顯示，此 3 種嫁接組合在種植後 16 週之萎凋病罹病率，YR06 為 4.4%，YR11 為 6.7%，YR10 為 8.9%，且維持良好的產量及品質，而未嫁接的植株罹病率為 86.7%，顯示嫁接應用於豇豆萎凋病防治具有高度可行性。

關鍵詞：。

前言

豇豆 (*Vigna unguiculata* L.) 閩南語俗稱菜豆，是臺灣重要的夏季蔬菜，高屏地區豇豆栽培面積占國內 60%，是最重要的豇豆產地，栽培品種以‘三尺青皮’為主，此品種豆莢品質優異，深受消費市場歡迎，但因近年來萎凋病 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*) 嚴重危害，常在開花期即感染萎凋病而枯死，目前無有效的藥劑可供使用，也缺乏受市場歡迎的抗病品種，而以耕作防治的效果也有限，全臺的豇豆栽培面積，也因該病猖獗而大幅下降，從 10 年前的 1,114 公頃降到 103 年底的 827 公頃左右，平均售價則從每公斤 22 元飆升至 103 年的 34 元，對豇豆產業的發展影響深遠。

嫁接為重要的植物繁殖技術，發展的技術極為久遠，早期主要應用於木本植物，如果樹及觀賞植物，之後逐漸運用於蔬菜防治，主要目的在於防治土壤性病害及提高產量，臺灣的蔬菜嫁接最早運用於預防西瓜蔓割病，而近年在番茄、苦瓜、胡瓜也普遍利用於預防土壤性病害，嫁接技術除提高土壤傳播性病害抗性外，並可增加品質、產量及抗逆境能力，但在豆類的運用上甚少。

病圃建立

以豇豆萎凋病菌 FOT88 及 FOT91 擴增為 $1x10^8$ spores/g soil 接種於田間，並以柯霍氏法則、分子生物技術、感病品種田間表現來確認成功接種於田間。在進行田間抗病種原篩選時，監測其濃度為 $1x10^{3-4}$spores/g soil。

抗病種原篩選

將由國家種原中心申請而來的 107 個豇豆種原，直播於病圃中，觀察發病情形至 13 週表現，並記錄其發病狀況。

豇豆抗萎凋病嫁接組合親和性試驗

本試驗以三尺表皮與萎凋病病圃內所篩選出的之 13 個抗病種原進行嫁接，所有嫁接組合皆以 128 格穴盤播種，於播種後 7–10 天進行嫁接，嫁接後移至癒合室 7 天，後移至育苗室進行 7 天馴化。試驗以感病品種 (YS01、三尺青皮) 之自根苗與嫁接苗作為對照。於 103 年 4 月 18 日定植，田間設計採逢機完全區集設計 (RCBD)，3 重複，小區面積 9 m^2，行株距為 0.5 × 1.2 m，每小區共計 15 株，病害調查由第 7 週至第 16 週，並記錄其發病狀況；產量調查由第 8 週至第 14 週；定植後第 17 週，將田間植株挖起，保留主蔓及部分葉片，去除田土後靜置於紅色食用色素水溶液中 8 小時，後取出於嫁接點上方 20 公分處橫切，藉由橫切面紅色色素的呈現，確認各砧穗組合維管束暢通情形及水分傳導的狀況。

統計分析方法

調查資料進行變方分析 (ANOVA)，再以最小顯著差異性 (Fisher's least significant difference; LSD) 測驗，分析各處理間在 5%顯著水準下之差異性。

結果與討論

抗病種原篩選

豇豆植株於定植後 6 週開始發病，發病時葉片出現萎凋及黃化狀況，調查至 13 週時，因遭颱風為害，植株死亡。最終結果顯示，極抗等級有 13 個種原，抗級有 26 個 (表 1)。

抗病嫁接組合對豇豆萎凋病防治效果

豇豆植株於定植後 6 週開始發病，發病初期下位葉出現萎凋及黃化，之後葉片自植株脫落，最後全株死亡。試驗結果顯示，在定植後 7 週，所有嫁接組

表 1. 參試種原罹病程度調查。
Table 1. Disease degree of different germplasms on Fusarium wilt of yard-long bean (*Vigna unguiculata*).

Disease degree	Disease incidence (%)*	Numbers
High resistance	0–2.25%	13
Resistance	2.26–7.5%	26
Middle resistance	7.6–15%	38
Middle Susceptible	15.1–30%	14
Susceptible	30.1–60.0%	8
High susceptible	Above 60.1%	8

* Disease incidence (%) = (infected plant /total plants) × 100%.

合除 YR06、YR09、YR10、YR11、YR13 外罹病率皆高於 10%，對照組合三尺青皮及 YS01 嫁接苗其罹率分別為 11.1%及 28.9%，而三尺青皮及 YS01 自根苗罹病率分別為 20.0%及 75.6%；在定植後 11 週，嫁接組合 YR06、YR10、YR11 仍維持 10%以下，對照組合三尺青皮及 YS01 嫁接苗其罹率分別為 57.8%及 93.3%，而三尺青皮及 YS01 自根苗罹病率分別為 62.2 及 93.3%，在所有嫁接組合中，9 個嫁接組合罹病率顯著優於對照三尺表皮自根苗 ($p = 0.05$)，4 個嫁接組合與對照無顯著差異; 在定植後 16 週，對照三尺青皮嫁接苗及自根苗罹病率分別為 77.8%及 86.7%,所有嫁接組合除 YR05 及 YR12 外皆顯著優於對照組合，其中 YR06 罹病率為 4.4%、YR10 為 8.9%、YR11 為 6.7%，表現最佳。由試驗結果可知，早期發病率與最終罹病率有關，本次所篩出的 3 個根砧，在第 7 週至第 16 週間罹病率差異，YR06 增加 2.2%，YR10 增加 0%，YR11 增加 4.5%，顯示其具有穩定且持久的抗病性 (表 2)。

試驗結果顯示，三尺青皮嫁接苗與自根苗，在所有調查期間罹病度表現皆無顯著差異；而另一對照組合 YS01 其嫁接與自根苗，除第 7 週及第 8 週外，其餘調查期間皆無顯著差異。此結果顯示，同品系 (種) 間嫁接無嫁接效應，亦即嫁接並不會改變抗萎凋病程度，僅表現根砧的抗病程度 (表 2)。

嫁接組合對豇豆品質及產量之影響

豇豆定植後 8 週開始進行產量調查，調查至定植後 14 週，因適逢豪雨結莢率不佳停止調查。在莢重、莢長、莢寬之表現，所有嫁接組合皆與對照組合無顯著差異，顯示嫁接並不影響果實外觀品質，而在食味品質方面，所有嫁接組合與三尺青皮自根苗無顯著差異；在早期產量 (始收後 1 個月)，在所有的嫁接

組合中除 YR02、YR04、YR05、YR12 外，其餘組合皆顯著優於三尺青皮自根苗；在總產量方面，所有嫁接組合表現與早期產量表現一致，以 YR11 (2378.2 kg/0.1ha) 表現最佳，YR08 (2051.7 kg/0.1ha) 及 YR06 (1931.4 kg/0.1ha) 次之，三尺青皮嫁接苗及自根苗分別為 721.9 kg/0.1ha 及 738.2 kg/0.1ha，而其與早期產量僅提升 61.9 kg/0.1ha 及 118.4 kg/0.1ha (表 3)，顯示嫁接抗病根砧對延長豇豆產期有助益，進而可提升產量 (表 3)。

表 2. 不同砧木組合對豇豆萎凋病之罹病度調查。
Table 2. Effect of stock combinations on disease incidence of Fusarium wilt yard-long bean.

Stock	Disease incidence (%)*									
	7weeks	8weeks	9weeks	10weeks	11weeks	12weeks	13weeks	14weeks	15weeks	16weeks
YR01	11.1	11.1	13.3	15.6	17.8	17.8	22.2	c22.2	24.4	33.3
YR02	15.6	22.2	22.2	24.4	33.3	37.8	40	42.2	48.9	55.6
YR03	13.3	15.6	20.0	22.2	28.9	31.1	35.6	37.8	37.8	40
YR04	13.3	26.7	33.3	40.0	42.2	44.4	46.7	48.9	53.3	55.6
YR05	26.7	35.6	57.8	64.4	68.9	71.1	75.6	44.7	82.2	86.7
YR06	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	4.4
YR07	15.6	15.6	15.6	15.6	15.6	15.6	17.8	17.8	17.8	20
YR08	11.1	15.6	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	22.2	22.2	22.2
YR09	4.4	6.7	13.3	15.6	15.6	15.6	17.8	17.8	22.2	22.2
YR10	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9
YR11	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	4.4	6.7
YR12	24.4	35.6	53.3	66.7	68.9	68.9	73.3	77.8	82.2	86.7
YR13	4.4	6.7	8.9	8.9	13.3	20.0	24.4	24.4	26.7	31.1
三尺青皮	11.1	20.0	40.0	51.1	57.8	60.0	73.3	75.6	77.8	77.8
YS01	28.9	40.0	71.1	86.7	93.3	95.6	95.6	95.6	95.6	97.8
三尺青皮 (自根)	20.0	33.3	40.0	53.3	62.2	68.9	71.1	77.8	82.2	86.7
YS01(自根)	75.6	77.8	86.7	93.3	93.3	95.6	100	100	100	100
$LSD_{0.05}$	16.0	20.8	23.5	28.6	30.4	30.4	29.4	28.5	28.1	25.8

* Disease incidence (%) = (infected plant /total plants) ×100%.

表 3. 豇豆抗萎凋病種原嫁接植株之豆莢品質及產量調查。
Table 3. Control of asparagus bean Fusarium wilt by different stock combination.

Stocks	莢重 (g)	莢長 (cm)	莢寬 (mm)	早期產量 (kg/0.1ha)	總產量 (kg/0.1ha)
YR01	41.0	70.8	9.6	1645.6	1884.2
YR02	40.0	71.7	9.7	1180.3	1374.6
YR03	37.2	64.0	9.8	1572.5	1840.8
YR04	41.2	71.0	9.6	1135.9	1313.5
YR05	39.8	71.0	9.3	516.2	592.0
YR06	39.3	66.8	9.7	1676.1	1931.4
YR07	44.5	72.8	9.8	1470.8	1803.8
YR08	38.8	68.7	9.3	1700.2	2051.7
YR09	41.5	72.2	9.8	1280.2	1600.3
YR10	36.7	65.7	9.6	1415.3	1773.2
YR11	38.8	70.5	9.6	1917.5	2378.2
YR12	33.7	61.5	9.1	799.2	975.0
YR13	37.8	68.3	9.3	1282.1	1435.6
三尺青皮	40.3	71.2	9.8	666.0	721.9
YS01	36.7	62.7	9.7	243.5	306.4
三尺青皮(自根)	40.5	71.2	9.4	619.8	738.2
YS01(自根)	22.8	24.3	8.9	46.6	46.6
$LSD_{0.05}$	4.5	5.7	0.6	602.14	681.21

不同抗病程度嫁接組合水分傳導能力差異性

豇豆在嫁接 17 週後,將其連根挖起,去土後靜置於紅色食用色素水溶液中,測試砧穗間維管束暢通狀況及水分傳導能力，在所有的嫁接組合中，紅色在抗病程度較高的砧穗組合呈現較大的面積 (圖 1)，在抗病程度較差的砧穗組合的展現較大面積的褐色 (圖 2)。上述結果顯示，在抗病較佳的組合，維管束暢通狀況及水分傳導能力皆較佳，而抗病能力較差的砧穗組合，維管束阻塞，水分傳導能力不佳。

結論

本試驗調查結果顯示，嫁接親和性良好之抗病根砧，在萎凋病抗性表現優於對照三尺青皮，且由於抗病性提升進而延長產期，增加豆莢產量。在莢果的品質表現上，不論在外觀性狀或食味品質皆與對照無異，顯示嫁接對豇豆品質

圖 1. 抗病嫁接組合(YR06)橫切面。
Fig. 1. Cross-section in grafting resistant rootstocks.

圖 2. 感病嫁接組合(三尺青皮)橫切面。
Fig. 2. Cross-section in grafting susceptible rootstocks.

無不良影響。在本次試驗中所有參試根砧中，YR06、YR10 及 YR11 等 3 個根砧抗病表現強且穩定，嫁接親和性佳，產量高於對照 2.4-3.2 倍，具有實際運用的價值，未來若進一步推廣予豆農使用，可降低萎凋病的為害，確保豇豆產業永續發展。

參考文獻

別之龍。2012。國際蔬菜嫁接新趨勢與我國蔬菜嫁接發展若干問題探討-2011 蔬菜嫁接國際會議的啟示。中國蔬菜 11：1–4。

林益昇、蘇俊峰、王照仁。2011。瓜作物嫁接技術與應用。興大農業 78：7–13。

Guan, W., X. Zhao, R. Hasswll and J. Thies. 2012. Defense mechanisms involved in disease resistance of grafted vegetables. HortScience 47(2): 164–170.

King, S. R., A. R. Davis, W. Liu and A. Levi. 2008. Grafting for disease resistance. HortScience 43(6):1673–1673

Lee, J. M., C. Kubota, S. J. Tsao, Z. Bie, P. H. Echevarria, L. Morra and M. Oda. Current status of vegetable grafting: Diffusion, grafting techniques, automation. Sci. Hort. 127:93–105

Pavlou, G. C., D. J. Vakalounakis, E. F. Ligoxigakis. 2002. Control of root and stem rot of cucumber, caused by Fusarium oxysporum f. sp. radisis-cucumerunum, by grafting onto resistant rootstocks. Plant Disease. 86(4):379–382.

Rivard, C. L. and F. J. Louws. 2008. Grafting to manage soilborne disease in heirloom tomato production. HortScience 43(7):2104–2111.

Ruiz, J. M. and L. Romero. 1999. Nitrogen efficiency and metabolism in grafted melon plants. Sci. Hort. 81:113–123.